

87043

Vannforurensning i
Nordgruvefeltet - Røros



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

| |
|-------------------------|
| Prosjektnr.: 87043 |
| Undernummer: |
| Løpenummer: 2207 |
| Begrenset distribusjon: |

| | |
|--|-----------------------------|
| Rapportens tittel: Vannforurensning i Nordgruvefeltet, Røros. | Dato: 8.2.89 |
| | Prosjektnummer: 87043 |
| Forfatter (e): Rolf Tore Arnesen | Faggruppe: |
| | Geografisk område: Røros |
| | Antall sider (inkl. bilag): |

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Oppdragsgiver: Bergvesenet | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
|-----------------------------------|----------------------------------|

| |
|---|
| Ekstrakt: Datamateriale fra Nordgruvefeltet – Røros fra 1973–1988 – er bearbeidet. Transportverdier for sulfat, kobber, sink og kadmium er beregnet for ulike deler av feltet. Tidstrender er forsøkt vurdert. Materialet tyder ikke på vesentlige endringer på 15 år. |
|---|

4 emneord, norske:

1. Gruver
2. Tungmetaller
3. Transport
4. Røros

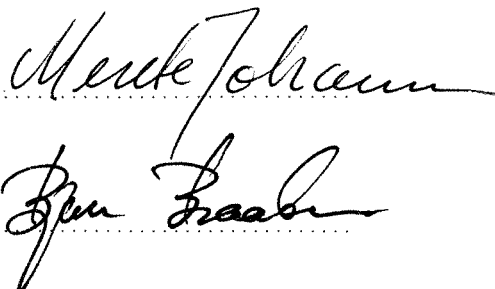
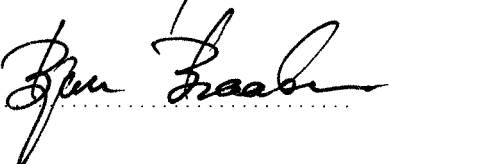
4 emneord, engelske:

1. Mines
2. Heavy metals
3. Transport
4. Røros

Prosjektleder:



For administrasjonen:

ISBN - 82-577-1499-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

87043

Vannforurensning i Nordgruvefeltet - Røros

Oslo, 15. februar 1989

Saksbehandler: Rolf Tore Arnesen

INNHOOLD

| | <u>Side</u> |
|---|-------------|
| 0. SAMMENDRAG - KONKLUSJON | 3 |
| 1. BAKGRUNN | 4 |
| 2. BESKRIVELSE AV OMRÅDET | 4 |
| 2.1 Gruvene | 4 |
| 2.2 Vannsystemet | 5 |
| 3. DATABEHANDLING | 6 |
| 3.1 Beskrivelse av datamaterialet | 6 |
| 3.2 Beregning av "normaliserte" transportverdier | 8 |
| 3.2.1 Vannføringer | 8 |
| 3.2.2 Transportverdier | 9 |
| 3.3 Tidstrender | 13 |
| 3.4 Gruvevann - Lergruvebakken | 13 |
| 4. LITTERATUR | 14 |
| BILAG A | 15 |

DATA FRA NORDGRUVEFELTET VED RØROS

O. SAMMENDRAG - KONKLUSJON

- NIVA har analysert vannprøver fra Nordgruvefeltet ved Røros siden 1973 (Arnesen, R.T. og Grande, M., 1973, Arnesen, R.T. og Tjomsland, T., 1980, Johannesen, M. og Iversen, E.R., 1985). Prøvefrekvens og analyseprogram har variert mye og det samlede materialet er ikke bearbeidet tidligere.
- Fordi det var få vannføringsdata i materialet, er vannføringer beregnet for de fleste prøvetakingsdager. Med utgangspunkt i datamaterialet er "normaliserte" transportverdier beregnet. Ved utløpet av Orva i Glomma er midlere materialtransport beregnet til:

| | | |
|----------|-----|---------|
| Sulfat: | 400 | tonn/år |
| Kopper: | 5,5 | tonn/år |
| Sink: | 20 | tonn/år |
| Kadmium: | 15 | kg/år |
- Hovdkilden for tungmetalltilførslene til Orva er området med avgangsdammene ved Kongens gruve med 50 % eller mer. Ca. 30 % kommer fra selve gruveområdet eller veltene ved Arvedalen/Kongens, mens ca. 20 % kommer fra Orvsjøen.
- Av tilførslene til Orvsjøen er veltene og gruvevann fra Sextus dominerende. Transporten ut av Sextus-området er større enn den mengden som går ut av Orvsjøen med Orva.
- Det er ikke påvist noen endringer i konsentrasjon eller transport av tungmetaller i området i de 15 årene datamaterialet dekker. I den tiden det foregikk deponering av avgang i Orvsjøen fra flotasjonsverket ved Kongens gruve synes imidlertid konsentrasjonen av sink og sulfat å være litt høyere enn ellers.
- Gruvene Mug og Rødalen ligger også i Nordgruvefeltet. De drenerer ikke til Orva-vassdraget. Vårt datagrunnlag for å vurdere disse områdene er meget spinkelt, men i forhold til de områdene som er omtalt i denne rapporten er den forurensningsmessige betydning klart mindre.

1. BAKGRUNN

Siden 1973 har NIVA gjort undersøkelser i vannforekomster i Nordgruvefeltet på Røros. Undersøkelsene har dels vært systematiske over lengre tid, dels sporadiske prøvetakinger. I den senere tiden er diskusjonen om behov for og valg av tiltak for å redusere forurensningene startet med ny kraft. I denne sammenheng er det behov for å gjøre opp en status for vannforurensning i området.

Ved en befaring med overing H.Ese fra Bergvesenet og representanter for NIVA 27. september 1988 ble det avtalt at NIVA skulle stille sammen og oppdatere sitt datamateriale fra området.

Målet skulle være:

1. Å gi en oversiktlig oppsummering av omfang av vannforurensning i området.
2. Fordele den forurensningsmessige betydning av de enkelte kilder i området.
3. Om mulig påvise eventuelle utviklingstrender i datamaterialet.

Utredningen skal tjene som underlag for en videre vurdering av tiltak, men det var ikke meningen at NIVA skulle gå inn på dette foreløpig.

2. BESKRIVELSE AV OMRÅDET

2.1 Gruvene

Nordgruvefeltet ligger nordvest for Røros på motsatt side av Glomma.

De viktigste gruvene i området er:

| | |
|-----------------|----------------------|
| Kongens gruve | Fjellsjø gruve |
| Arvedalen gruve | Sextus gruve |
| Rødalen gruve | Lergruvebakken gruve |
| Mug gruve | |

Alle gruvene har vært drevet på kopper og sinkholdig sulfidmalm. De eldste ble åpnet for mer enn tre hundre år siden, og virksomheten har selvfølgelig hatt varierende omfang og form gjennom årene. Resultatet

er at det i området finnes bergvelter, avgangsdeponier og gruveåpninger som tilsammen skaper et komplisert forurensningsbilde.

Kartene i figur 1 og 2 viser en oversikt over området der de viktigste gruveområder og forurensningskilder er tegnet inn. Det fremgår av kartet at alle de ovennevnte gruver unntatt Mug og Rødalen ligger i nedbørfeltet til Orvsjøen og Orva, som renner inn i Glomma ca. 6 km nord for Røros.

Ved siden av forurensningskildene på land i nedbørfeltet, ble det fra sommeren 1975 til årsskiftet 1977/78 ble deponert ca. 150.0000 tonn kisholdig avgang i Orvsjøen fra flotasjonsverket ved Kongen.

2.2 Vannsystemet

I tabell 1 er det samlet en del grunnleggende informasjon om Orvas nedbørfelt og Orvsjøen.

| Område | Nedbørfeltets areal km ² | Midlere vannføring l/s |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Utl. fra Orvsjøen | 16,7 | 250 |
| Utl. i Glomma | 31 | 465 |

| Orvsjøen | |
|--------------|--------------------------------------|
| Totalt volum | 8.8 · 10 ⁶ m ³ |
| Største dyp | 20 m |

Tabell 1
Hydrologiske data om Orvas nedbørfelt.

Mug og Rødalen gruver er ikke nærmere omtalt i denne rapporten. Det er gjort enkelte prøvetakinger i disse områdene. Resultatene tyder på at forurensningsmengden der, er betydelig mindre enn de som drenerer til Orva, men med den økte oppmerksomheten på tungmetallforurensninger, må det anbefales at det igjen foretas målinger i disse områdene for å oppdatere datagrunnlaget.

Fjellsjø gruve drenerer til Fjellsjøen, som gjennom Naustebekken renner til Orvsjøen. Vi har lite data fra dette området. En analyse fra Naustebekken fra 1973 (Tabell 3) viser at avløpet fra dette området er svakt påvirket av tungmetaller, men området står for en beskjeden del av den totale transporten til Orvsjøen. Fjellsjøgruva er derfor ikke nærmere vurdert i denne sammenhengen.

Sextus guve drenerer til Orvsjøen. En liten del av det forurensede området ved Arvedalen gruve drenerer også til Orvsjøen gjennom Hjulhusbekken (Tabell 3), mens resten av området drenerer til Orva.

3. DATABEHANDLING

3.1 Beskrivelse av datamaterialet

Datamaterialet som utgjør grunnlaget for denne rapporten er som tidligere nevnt meget inhomogent. Det er ikke samlet inn systematisk for det formålet dette arbeidet har. Ved bearbeidingen har vi måttet ta hensyn til det. Konklusjonene må bli mer generelle og en større grad av usikkerhet må derfor aksepteres.

Spesielt har det vært vanskelig å finne regelmessige dataserier som strekker seg over lang tid. Det er derfor vanskelig å vurdere eventuelle tidstrender i materialet.

Midlere materialtransport fra de viktigste kilder og tilsvarende transportdata for vassdraget er antakelig mer pålitelig.

I tiden fra sommeren 1973 til høsten 1988 er det samlet data fra prøvepunkter som angitt i tabell 2.

I tillegg foreligger det analysedata fra gruvevann fra Lergruvebakken fra fem forskjellige tidspunkt (Tabell 5 side 11) samt enkeltprøver fra Hjulhusbekken, som drenerer et lite område ved Arvedalen gruve og Naustebekken fra Fjellsjøen (Tabell 3 neste side).

| Stasjonsnavn | Feltnavn (Tilførsler fra) | Måleperiode | Antall datasett |
|-----------------------------|--|-------------|--------------------|
| Utl. tjern Sextus Sextus | Gruvevann, del velter Sextus | 1973 - 84 | 14 |
| Utl. fra Orvsjøen | Sextus gruve Lite omr. Arvedal. | 1973 - 88 | 13 |
| Overl. Kongens | Avgang og litt velter Kongens | 1978 - 88 | 17 |
| Sig Arvedalen og Kongens | Gruvevann og det meste velter Arve- dalen og Kongens | 1978 - 88 | 5 |
| Orva ved veibru | Det meste av Nord- gruvefeltet | 1976 - 88 | 8 |
| Orva utløp Glomma | Som foregående | 1977 - 80 | 31 |

Tabell 2

Oversikt over dataserier og hvilke områder de beskriver

| Stasjon | pH | Kond mS/m | Sulfat mg/l | Kopper µg/l | Sink µg/l |
|------------|-----|--------------|----------------|----------------|--------------|
| Naustebk. | 7.0 | 2.09 | 1.6 | 25 | 15 |
| Hjulhusbk. | 3.6 | 31.9 | 120 | 3700 | 4200 |

Tabell 3

Analysedata fra Naustebekken og Hjulhusbekken

Alle data NIVA forøvrig har fra området er samlet i bilag A.

Målingene er foretatt på forskjellige tidspunkter på stasjonene. Tidsrom for systematiske måleperioder er også forskjellige på ulike stasjoner. Derfor er konsentrasjonsdata lite sammenliknbare. For å få et bedre grunnlag for sammenlikning av resultater fra de forskjellige stasjonene har vi valgt å bruke "normaliserte" transportverdier.

3.2 Beregning av "normaliserte" transportverdier

3.2.1 Vannføring

Det er ikke målt vannføring ved alle de aktuelle målestasjonene i Nordgruvefeltet. Ved de stasjonene hvor det finnes vannføringsdata, er det i tillegg tatt en rekke prøver uten at vannføring er registrert.

Ut fra dette fant vi det nødvendig å beregne vannføringen på grunnlag av meteorologiske og geografiske data fra de enkelte områdene. Det ble gjort med den såkalte HBV3-modellen utviklet ved Sveriges Hydrologiske og Meteorologiske Institut (SMHI) (Bergström, S. 1975). Denne matematiske modellen beregner daglige vannføringer i et vassdrag ut fra daglige temperatur og nedbørdata og månedlige fordampningsdata. I tillegg krever modellen en del fysiske variable som: totalt areal, innsjø-areal, fordeling av vann i grunnvann og markvann samt koeffisienter for avrenning fra de ulike reservoarer.

Fordi vi ikke hadde måledata for større deler av nedbørfeltet, var det umulig å kalibrere modellen mot virkelige data. Gode vannføringsdata kan bare beregnes etter en slik kalibrering. Derfor er det lite sannsynlig at de absolutte verdier for vannføring ved de ulike stasjonene har stor nøyaktighet. Det innbyrdes forhold mellom vannføringer på de ulike stasjonene er antakelig bedre.

I små nedbørfelt er vannføringen ikke beregnet forholdsmessig ut fra feltets areal, men ved korrelasjonsberegninger mellom målte verdier og de som er beregnet med HBV3-modellen. Disse beregningene ga meget høye korrelasjonskoeffisienter. For de dagene der det ikke forelå målinger er regresjonsligningen benyttet for beregning av vannføring.

De "vedtatte" vannføringer er målte verdier der det foreligger. Forøvrig er vannføringene direkte eller indirekte beregnet fra HBV3-modellen.

Prøvetakingen er foretatt på ulike tidspunkter på de forskjellige stasjonene, derfor er heller ikke transportverdiene direkte sammenliknbare fra stasjon til stasjon. Det har imidlertid vist seg at varia-

sjonen i vannføring i et vassdrag er flere tierpotenser større enn variasjonen i konsentrasjonen av forurensninger fra gruveområder.

For å "normalisere" transportverdiene er derfor gjennomsnittlig beregnet transportverdi ved en stasjon multiplisert med en faktor lik forholdet mellom gjennomsnittlig beregnet vannføring i perioden dividert med "normal"-avrenning ved denne stasjonen. Normal avrenning er tatt ut fra NVEs avrenningskart for området. Som anslag for avrenningskoeffisient for området er det benyttet $15 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$.

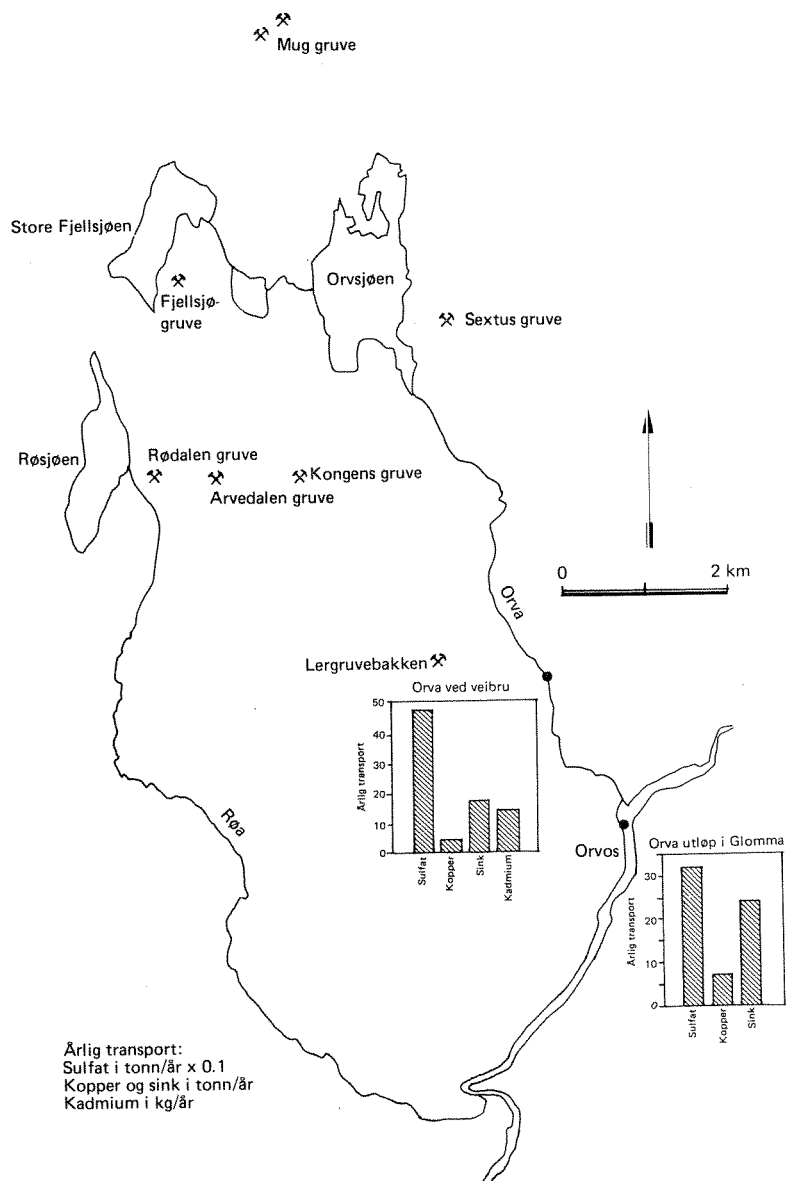
3.2.2 Transportverdier

Tabell 5 og figurene 1 og 2 viser midlere årlig transport av kopper, sink og kadmium samt sulfat på stasjoner der det er tilstrekkelig datagrunnlag for en slik beregning.

Det er en liten uoverensstemmelse mellom verdiene målt i Orva ved vei-bru og ved utløpet i Glomma. Selv om det nok er en viss tilførsel av de aktuelle forurensningen på denne strekningen, er differansen neppe reell. Den er antakelig mer et uttrykk for den generelle usikkerheten i beregningen. Differansen mellom de to stasjonene er totalt ca 30 - 40 %. Beregnet som utslag fra en middelverdi svarer det til 15 - 20 %. Sammenliknet med transportberegningene i NIVA-rapporten fra 1980 (Ref) er dette resultatet antakelig mer pålitelig, samtidig som fordelingen på de enkelte kilder er mer presis. Verdiene fra 1980 er i rimelig overensstemmelse med de nye beregningene.

Transporten ut av tjernet ved Sextus omfatter bare en del av de totale tilførselene fra området til Orvsjøen. Likevel er disse transportverdiene like store eller større enn transporten ut av Orvsjøen. Sammenliknet med de øvrige stasjonene tilsier sulfattransporten ut av Orvsjøen en betydelig høyere tungmetalltransport enn den som er observert.

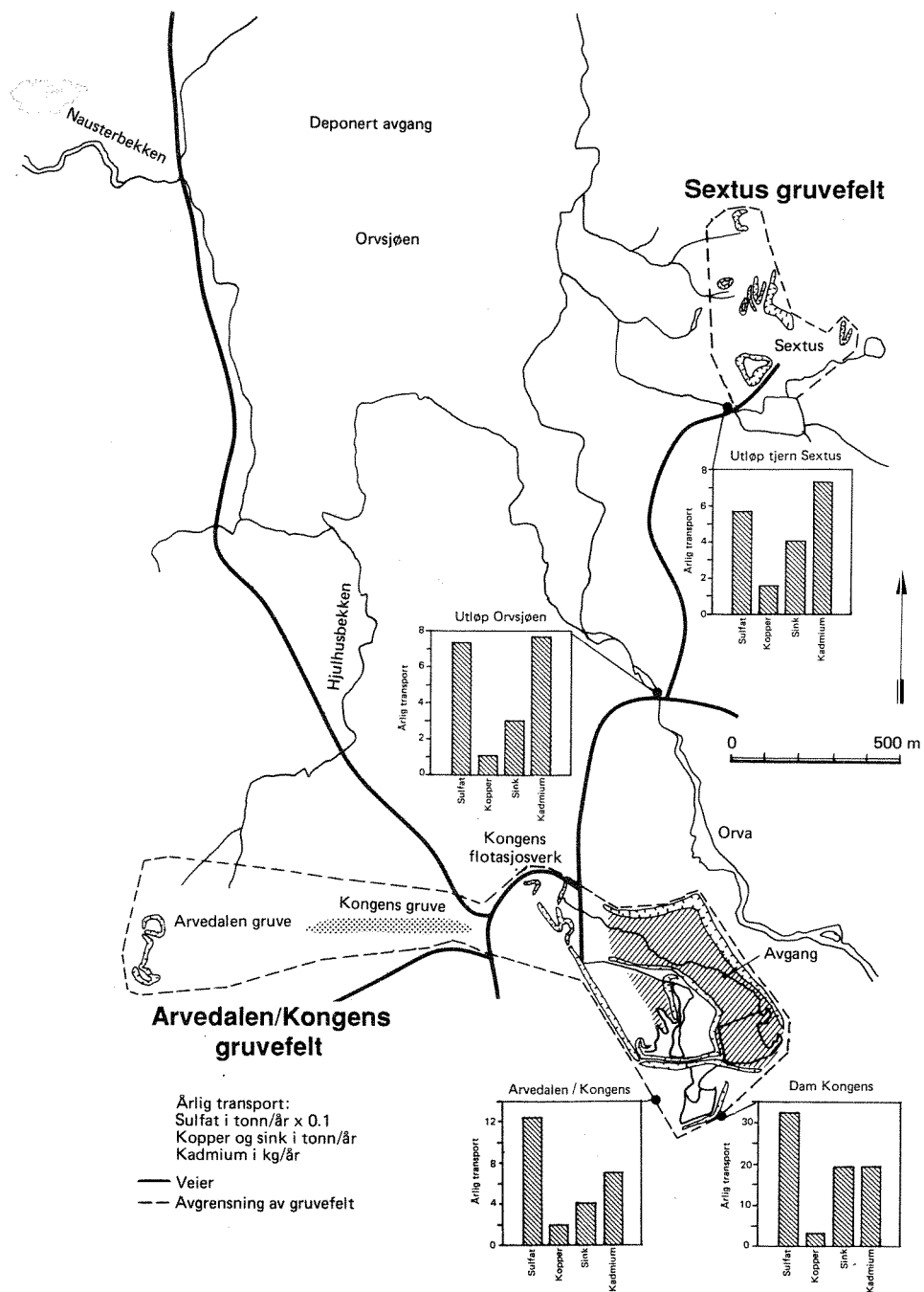
Dette illustrerer betydningen av fortykning, nøytralisasjon og utfelling av tungmetaller i Orvsjøen. Samtidig foregår det selvfølgelig en viss opphoping av tungmetaller i innsjøens sedimenter. pH i Orvsjøen er imidlertid høy, og det er ikke fare for utløsning fra sedimentene under de nåværende forhold.



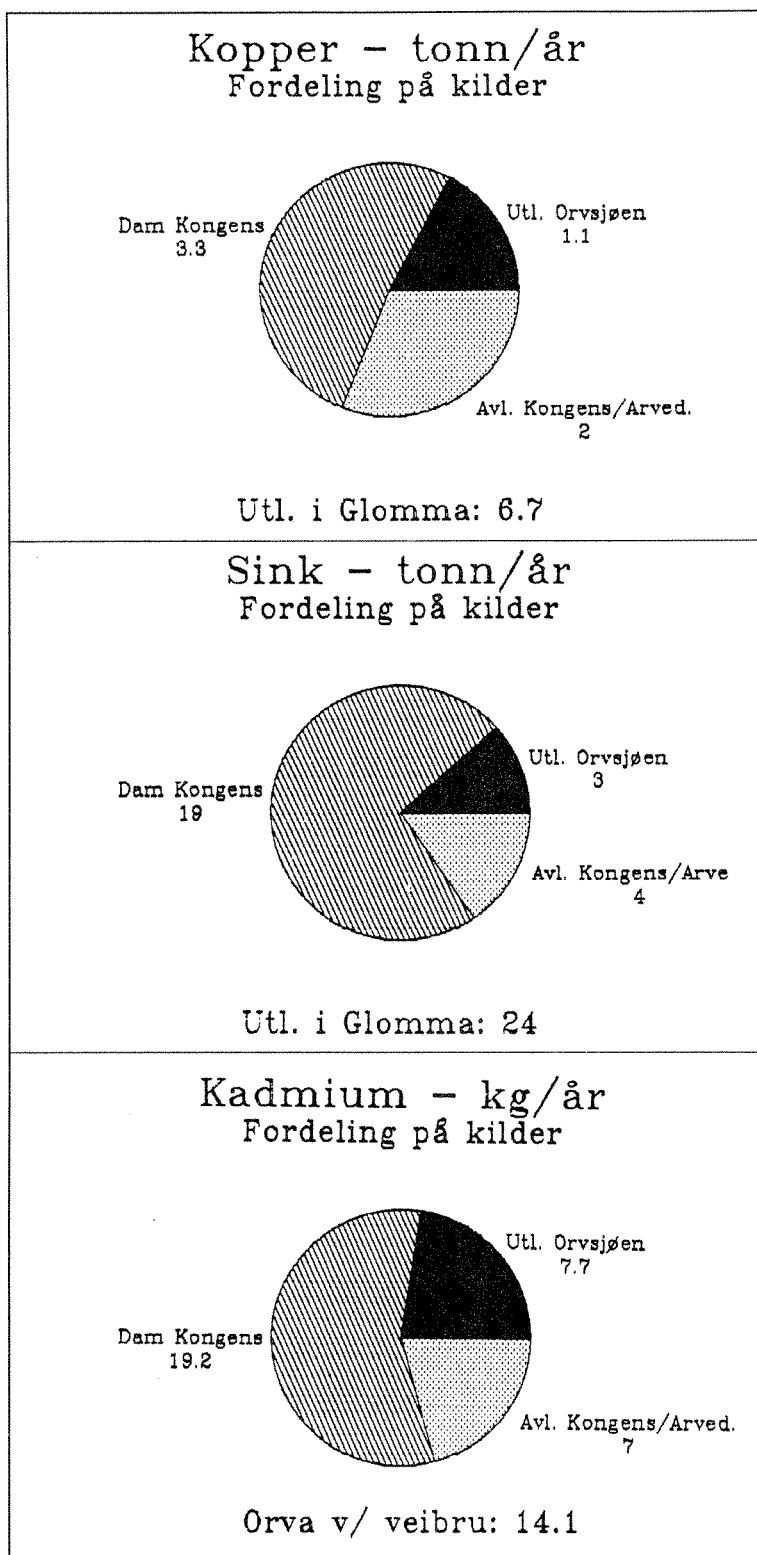
Figur 1.

Kartskisse over Nordgruvefeltet - Røros.

De viktigste gruveområder er avmerket. Årlige transportverdier ved de to nederste stasjonene i Orva.



Figur 2.
 Gruveområdene rundt Orvsjøen. Områdenes utstrekning og dreneringsforhold.



Figur 3.

Transport av tungmetaller i Orva fordelt på kilder.

| Stasjon | Sulfat tonn/år | Kopper tonn/år | Sink tonn/år | Kadmium kg/år |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Utl. tjern Sextus | 57 | 1.6 | 4 | 7.3 |
| Utløp Orvsjøen | 74 | 1.1 | 3 | 7.7 |
| Utl. dam Kongens | 323 | 3.3 | 19 | 19.1 |
| Avl. Kongen/Arvedalen | 124 | 2.0 | 4 | 7.0 |
| Orva ved veibru | 471 | 4.6 | 17 | 14.1 |
| Orva v. utl. i Glomma | 321 | 6.7 | 24 | - |

Tabell 4
Midlere årlig materialtransport på stasjoner i
Nordgruvefeltet - Røros.

Fordeling av de beregnede transportverdiene på hovedkilder i feltet er illustrert i figur 3.

3.3 Tidstrender

Det har vært umulig å gjennomføre statistisk analyse av tidstrender på datamaterialet. Selv i en grafisk fremstilling er det så mange huller at slike fremstillinger er utelatt i rapporten.

En skjønsmessig gjennomgang av materialet der det legges vekt på antallet høye og lave verdier på de ulike stasjonene over tid, tyder imidlertid ikke på at det har vært vesentlige endringer i forurensningssituasjonen i de 15 år datamaterialet dekker.

Et mulig unntak er Orvsjøen og utløpet av Orvsjøen der det synes å være noe høyere konsentrasjoner av sulfat og sink i prøver fra perioden 1975 - 78 mens det foregikk avgangsdeponering i Orvsjøen og umiddelbar etter at deponeringen opphørte.

3.4 Gruvevann Lergruvebakken

Lergruvebakken gruve ble nedlagt høsten 1977. Siden da er gruva gradvis fylt opp med vann, slik at det idag er overløp av gruvevann. Det har vært sporadisk prøvetaking av gruvevannet, men vannkvaliteten er ikke sammenholdt med situasjonen under oppfyllingen. Det er derfor

ikke mulig å tolke datamaterialet kvantitativt. Tabell 5 viser de data som foreligger for gruvevannet. Mengden av gruvevann er ikke målt, men tungmetalltransporten er antakelig beskjeden i forhold til de øvrige tilførselene til Orva.

| Dato | pH | Konduktivitet mS/m | Sulfat mg/l | Kopper µg/l | Sink µg/l | Kadmium µg/l | Bly µg/l |
|----------|------|-----------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|-------------|
| 09.02.77 | 8.61 | 41.3 | 71 | 29000 | 6800 | | |
| 25.06.85 | 7.37 | 42.4 | 106 | 480 | 3040 | 1.4 | |
| 15.06.87 | 7.14 | | 220 | 250 | 8770 | | |
| 23.06.88 | 7.45 | 36.2 | 65 | 310 | 2040 | 0.31 | 0.25 |
| 14.08.88 | 7.50 | 36.4 | 71 | 370 | 2180 | 1.5 | |

Tabell 5
Gruvevann Lergruvebakken

4. LITTERATUR

Arnesen, R.T. og Grande, M. 1973, A/S RØROS KOBBERVERK, En undersøkelse i Orvsjøen, NIVA-rapport 0-101/73, 1973.

Arnesen, R.T. og Tjomsland, T. 1980, RØROS KOBBERVERK, Vannforurensning fra gruver, NIVA-rapport 78050, L.nr.: 1206, juni 1980.

Johannessen, M. og Iversen, E.R. 1985, Undersøkelse av avgangsdeponier i Rørosområdet. Orvsjøen og Djupsjøen. NIVA-rapport 84077, L.nr.: 1704, februar 1985.

BILAG A

DATA FRA NORDGRUVEFELTET PÅ RØROS

| Dato | pH | Konduktivitet mS/m | Asid. ml/l | Sulfat mg/l | Jern mg/l | Kopper mg/l | Sink mg/l | Kadmium µg/l |
|----------|------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|-----------------|
| 23.08.73 | 3.60 | 36.4 | | 130 | | 4.35 | 9.2 | |
| 03.07.78 | 3.56 | | | 131 | 1.24 | 3.87 | 9.52 | 28.0 |
| 01.09.78 | 3.57 | 36.4 | 15.6 | 132 | 1.41 | 3.92 | 10.0 | |
| 21.09.78 | 3.74 | 35.1 | 15.6 | 145 | 1.00 | 4.55 | 10.3 | |
| 30.09.78 | 3.68 | 36.1 | 16.8 | 132 | 1.70 | 4.70 | 10.1 | |
| 28.10.78 | 3.63 | 40.6 | 17.0 | 131 | 2.00 | 4.70 | 10.1 | 20.0 |
| 27.11.78 | 3.79 | 28.8 | 12.1 | 110 | 2.10 | 3.30 | 7.6 | |
| 27.12.78 | 3.78 | 28.2 | 12.6 | 108 | 1.05 | 2.27 | 16.4 | 10.0 |
| 10.06.79 | 3.64 | 30.1 | 11.8 | 104 | 1.23 | 2.73 | 7.25 | 15.3 |
| 28.06.79 | 3.63 | 37.4 | 13.4 | 128 | 1.78 | 3.0 | 8.28 | 17.0 |
| 12.07.79 | 3.62 | 35.5 | 13.1 | 125 | 1.16 | 3.13 | 8.77 | 18.0 |
| 28.07.79 | 3.63 | 34.8 | | 124 | 1.17 | 3.05 | 9.00 | 23.0 |
| 22.08.79 | 3.64 | 34.4 | 14.6 | 85.6 | 1.07 | 3.27 | 9.35 | 23.0 |
| 25.06.84 | 3.56 | 40.6 | | 170 | 1.91 | 3.75 | 9.69 | 19.0 |

| Dato | Turb FTU | Kalsium mg/l | Magnesium mg/l | Aluminium mg/l | Bly mg/l |
|----------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------|
| 23.08.73 | | 3.0 | 7.60 | | |
| 03.07.78 | | 15.2 | 6.60 | | 35.5 |
| 25.06.84 | 0.33 | 18.4 | 6.08 | 6.61 | |

Tabell 6
Analysedata fra utløp tjern Sextus gruve

| Dato | pH | Konduk- tivitet mS/m | Turb. FTU | Sulfat mg/l | Kalsium mg/l | Mag- nesium mg/l | Jern µg/l | Kopper µg/l | Sink µg/l | Kadmium µg/l |
|----------|------|----------------------------|--------------|----------------|-----------------|------------------------|--------------|----------------|--------------|-----------------|
| 23.08.73 | 6.40 | 3.52 | 1.6 | 10.0 | 3.2 | 0.78 | | 135 | 385 | |
| 29.06.76 | 6.89 | 4.47 | 6.0 | 9.3 | 4.92 | 0.76 | 180 | 100 | 290 | |
| 29.08.76 | 7.05 | 5.12 | 2.9 | 11.0 | 6.0 | 0.71 | 135 | 55 | 250 | |
| 09.02.77 | 6.66 | 6.05 | 22 | 12.0 | 6.8 | 0.90 | 260 | 45 | 730 | |
| 23.06.77 | 6.55 | 5.95 | 1.8 | 14.0 | 5.3 | 0.80 | 285 | 60 | 295 | |
| 03.07.78 | 6.00 | 5.16 | 0.97 | 14.0 | 5.13 | 0.79 | 30 | 95 | 710 | 14 |
| 01.09.78 | 6.46 | 4.46 | | 10.5 | | | 60 | 100 | 700 | |
| 09.09.81 | 6.75 | 3.33 | | 12.0 | | | 79 | 140 | 410 | |
| 25.06.84 | 6.49 | 3.45 | 1.7 | 9.0 | 3.01 | 0.70 | 110 | 160 | 420 | 0.81 |
| 04.09.84 | 6.49 | 3.88 | | 8.0 | 3.21 | 0.75 | 52 | 130 | 390 | 0.75 |
| 28.06.87 | 6.57 | 3.24 | | 8.6 | 2.76 | | 102 | 175 | 420 | 0.83 |
| 14.08.88 | 6.52 | 3.34 | | 8.4 | 2.90 | | 79 | 130 | 330 | 0.61 |
| 27.09.88 | 6.76 | 3.08 | | 8.6 | 2.99 | 0.68 | 18 | 130 | 360 | 0.67 |

| Dato | Alkali- tet ml/l | TOC mg/l | KOF-PE mg/l | Susp. tørrest. mg/l | Susp. Gløder. mg/l | Tot. Nitrogen µg/l | Tot. Fosfor µg/l | Klorid mg/l | Alu- minium µg/l | Bly µg/l | Nat- rium mg/l |
|----------|------------------------|-------------|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------------|------------------------|-------------|----------------------|
| 29.06.76 | | | | 8.7 | 7.2 | | | | | | |
| 29.08.76 | | | | 2.6 | | | | | | | |
| 23.06.77 | 0.73 | | | 5.10 | 4.5 | 290 | 7.0 | | | | |
| 03.07.78 | | | | | | | | | | 9.4 | |
| 25.06.84 | 0.83 | | 2.1 | | | | | 0.9 | 195 | | 0.89 |
| 04.09.84 | | 2.2 | | | | | | | 128 | 0.9 | |
| 28.06.87 | | | | | | | | | 194 | | |
| 14.08.88 | | | | | | | | | 176 | | |
| 27.09.88 | | | | | | | | | 156 | | |

Tabell 7

Analyseresultater fra utløp av Orvsjøen

| Dato | pH | Konduktivitet mS/m | Turb. FTU | Kal- sium mg/l | Magne- sium mg/l | Sulfat mg/l | Jern µg/l | Kopper µg/l | Sink µg/l | Kadmium µg/l |
|----------|------|-----------------------|--------------|----------------------|------------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|-----------------|
| 29.08.76 | 3.63 | 25.3 | 11.5 | 11.6 | 3.2 | 66 | 5100 | 250 | 3400 | |
| 09.02.77 | 5.60 | 12.1 | 9.3 | 12.2 | 1.9 | 36 | 5900 | 120 | 1620 | |
| 22.06.77 | 4.79 | 10.0 | 2.2 | 5.7 | 1.35 | 51 | 1400 | 345 | 1200 | |
| 03.04.79 | 5.88 | 9.02 | 3.3 | 8.1 | 1.68 | 29 | 800 | 160 | 1350 | |
| 25.03.85 | 5.09 | 9.15 | 3.0 | 7.5 | 2.2 | 34 | 1010 | 230 | 1240 | 1.6 |
| 23.06.88 | 4.35 | 8.56 | | 4.0 | 1.23 | 25.4 | 1200 | 440 | 990 | 0.8 |
| 14.08.88 | 3.99 | 14.3 | | 5.86 | | 43 | 2410 | 410 | 1680 | 0.8 |
| 27.09.88 | 4.12 | 12.1 | | 5.14 | 2.19 | 48 | 3920 | 480 | 1700 | 2.0 |

| Dato | Alk. ml/l | Farge mg/l | TOC mg/l | Susp. tørrst. mg/l | Susp. gl.rest mg/l | Tot. Nitrog. µg/l | Tot. Fosfor µg/l | Klorid mg/l | Alumin- ium µg/l | Bly µg/l | Mangan µg/l |
|----------|--------------|---------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------------|------------------------|-------------|----------------|
| 22.06.77 | | | | 7.1 | 4.2 | 290 | 6.0 | | | | |
| 25.03.85 | 0.27 | 0.5 | 1.6 | | | | | 1.3 | 740 | 1.5 | 430 |
| 23.06.88 | | | | | | | | | 737 | 1.8 | 120 |
| 14.08.88 | | | | | | | | | 1600 | | |
| 27.09.88 | | | | | | | | | 1700 | | |

Tabell 8

Analyseresultater fra Orva ved veibru - Litlstuvollen

| Dato | pH | Konduktivitet mS/m | Asid. ml/l | Sulfat mg/l | Jern µg/l | Kopper mg/l | Sink mg/l | Kadmium µg/l |
|----------|------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|-----------------|
| 03.07.78 | 2.80 | 202 | | 1004 | 170 | 4.93 | 57.1 | 62.0 |
| 01.09.78 | 2.71 | 209 | 207 | 724 | 247 | 9.00 | 77.0 | |
| 21.09.78 | 3.00 | 187 | 194 | 1136 | 227 | 13.2 | 77.0 | |
| 30.09.78 | 2.88 | 198 | 200 | 1176 | 227 | 13.9 | 77.0 | |
| 28.10.78 | 2.74 | 245 | 220 | 1008 | 230 | 12.0 | 35.0 | 100 |
| 27.11.78 | 2.66 | 269 | 358 | 1392 | 350 | 21.0 | 66.5 | |
| 27.12.78 | 2.65 | 253 | 240 | 1856 | 297 | 4.26 | 133.0 | 11.5 |
| 24.05.79 | 2.80 | 142 | 107 | 430 | 128 | 3.08 | 45.2 | 11.2 |
| 10.06.79 | 2.78 | 195 | 161 | 858 | 165 | 7.20 | 76.5 | 87.0 |
| 28.06.79 | 2.75 | 214 | 156 | 1000 | 136 | 7.77 | 66.0 | 73.0 |
| 12.07.79 | 2.70 | 235 | 209 | 1424 | 222 | 8.44 | 75.7 | 85.0 |
| 28.07.79 | 2.68 | 237 | | 1424 | 236 | 8.69 | 79.0 | 84.0 |
| 22.08.79 | 2.75 | 226 | 221 | 928 | 261 | 0.99 | 78.6 | 84.0 |
| 21.08.87 | 2.66 | 247 | | 1660 | 225 | 6.12 | 58.0 | 42.5 |
| 23.06.88 | 2.72 | 220 | | 1170 | 143 | 5.40 | 49.9 | 33.0 |
| 14.08.88 | 2.70 | 239 | | 1300 | 204 | 4.08 | 51.6 | 50.0 |
| 27.09.88 | 2.79 | 215 | | 1460 | 228 | 5.52 | 57.0 | 41.0 |

| Dato | Turb FTU | Kalsium mg/l | Magnesium mg/l | Aluminium mg/l | Bly µg/l | Mangan mg/l |
|----------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------|
| 03.07.78 | 4.9 | 26.5 | 39.4 | | 643 | |
| 21.08.87 | | | | 59.6 | | |
| 23.06.88 | | 57.9 | 53.0 | 52.9 | 13 | 6.15 |
| 14.08.88 | | 69.8 | | 56.3 | | |
| 27.09.27 | | 61.7 | 62 | 55.4 | | |

Tabell 9

Analyseresultater fra overløp dam Kongens.

| Dato | pH | Konduktivitet mS/m | Kal- sium mg/l | Mag- nesium mg/l | Sulfat mg/l | Jern mg/l | Kopper mg/l | Sink mg/l | Kadmium µg/l |
|----------|------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|-----------------|
| 03.07.78 | 2.83 | 155 | 3.79 | 22.5 | 648 | 135 | 16.5 | 30.9 | 62 |
| 21.08.87 | 2.79 | 132 | | | 535 | 69.6 | 10.9 | 22.1 | 38 |
| 23.06.88 | 2.81 | 140 | 17.2 | 17.3 | 510 | 85.0 | 13.3 | 23.5 | 36 |
| 14.08.14 | 2.77 | 175 | 6.66 | | 816 | 126 | 19.1 | 38.5 | 80 |
| 27.09.88 | 2.92 | 112 | 19.2 | 18.9 | 490 | 74.9 | 11.1 | 19.6 | 34 |

| Dato | Turb FTU | Alum- inium mg/l | Bly µg/l | Man- gan mg/l |
|----------|-------------|------------------------|-------------|---------------------|
| 03.07.78 | 5.8 | | 70 | |
| 21.08.87 | | 20.5 | | |
| 23.06.88 | | 20.7 | 20 | 0.73 |
| 14.08.88 | | 38.0 | | |
| 27.09.88 | | 19.6 | | |

Tabell 10

Analyseresultater fra sig i veigrøft fra Arvedalen / Kongen

| Dato | pH | Konduktivitet mS/m | Turb. FTU | Sulfat mg/l | Kal- sium mg/l | Magne- sium mg/l | Jern µg/l | Mangan µg/l | Kopper µg/l | Sink µg/l | Bly µg/l |
|----------|------|-----------------------|--------------|----------------|----------------------|------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------|-------------|
| 09.02.77 | 5.59 | 11.9 | 11.0 | 36 | 10.5 | 1.9 | 4300 | | 145 | 1550 | |
| 23.02.77 | 6.49 | 9.04 | | | 10.1 | 1.5 | | | 90 | 950 | |
| 06.03.77 | 4.68 | 34.9 | | | 10.2 | 5.8 | | | 530 | 6800 | |
| 15.03.77 | 5.90 | 13.8 | | | 14.6 | 2.1 | | | 125 | 1750 | |
| 24.03.77 | 6.11 | 10.8 | | 36 | 12.2 | 2.1 | 2200 | | 140 | 1500 | |
| 28.03.77 | 6.34 | 10.0 | | 30 | 10.8 | 1.9 | 1400 | | 115 | 1200 | |
| 31.03.77 | 7.06 | 10.3 | | 27 | 11.4 | 2.0 | 810 | | 125 | 1230 | |
| 04.04.77 | 6.73 | 10.2 | | 29 | 10.8 | 1.8 | 1500 | | 160 | 1080 | |
| 09.04.77 | 6.90 | 8.86 | | | 10.5 | 1.8 | 760 | | 130 | 980 | |
| 12.04.77 | 7.00 | 9.12 | | 32 | 10.3 | 1.8 | 730 | | 110 | 940 | |
| 17.04.77 | 6.69 | 8.78 | | | 10.3 | 1.8 | 790 | | 120 | 960 | |
| 19.04.77 | 6.85 | 10.5 | | 35 | 11.8 | 2.0 | 730 | | 150 | 1100 | |
| 25.04.77 | 6.82 | 9.16 | | | 10.4 | 1.8 | 650 | | 110 | 900 | |
| 01.05.77 | 6.73 | 9.85 | | 27 | 10.7 | 1.8 | 1020 | | 120 | 950 | |
| 04.05.77 | 6.70 | 11.1 | | | 11.6 | 2.1 | 1400 | | 470 | 1650 | |
| 08.05.77 | 5.87 | 10.3 | | | 7.7 | 2.2 | 2900 | | 465 | 1750 | |
| 12.05.77 | 5.21 | 11.2 | | 34 | 8.8 | 2.3 | 4850 | | 610 | 2000 | |
| 14.05.77 | 6.22 | 8.83 | | | 8.3 | 1.7 | 2750 | | 350 | 1150 | |
| 27.05.77 | 6.77 | | | | | | 1750 | | 350 | 840 | |
| 13.06.77 | 4.85 | 7.87 | | 26 | 6.25 | 1.23 | 1250 | | 415 | 1000 | |
| 22.06.77 | 4.97 | 9.64 | 2.6 | 29 | 6.0 | 1.45 | 1100 | | 345 | 1100 | |
| 21.11.79 | 6.47 | 6.33 | 2.7 | | | | 60 | 237 | 234 | 1004 | 1.5 |
| 12.12.79 | 6.43 | 6.77 | 2.6 | | | | 430 | 239 | 201 | 914 | 0.80 |
| 09.01.80 | 6.52 | 7.00 | 1.7 | | | | | | | | |
| 13.02.80 | 6.49 | 8.45 | 2.0 | | | | | | | | |
| 29.03.80 | 6.39 | 9.23 | 2.9 | 30 | 9.09 | 1.98 | 500 | 700 | | | |
| 27.05.80 | 4.87 | 6.30 | 4.5 | | | | | | | | |
| 24.06.80 | 4.51 | 9.00 | 5.3 | | | | 1000 | 263 | 162 | 1930 | 9.9 |
| 19.08.80 | 4.80 | 10.4 | 0.42 | | | | | | | | |
| 25.11.80 | 4.39 | 11.1 | 5.7 | 40 | | | 2300 | 340 | 360 | 2070 | 7.0 |
| 16.12.80 | 4.41 | 11.0 | 6.7 | 40 | 7.02 | 1.98 | 2800 | 370 | 280 | 1850 | 5.3 |

Tabell 11A

Analyseresultater fra Orva ved utløp i Glomma
(Del 1)

| Dato | Farge Ufilt. mg/l | Alk. ml/l | KOF-per- manganat mg/l | TOC mg/l | Tot.- nitrogen µg/l | Nitrat µg/l | Tot.- fosfor µg/l | P04- fosfor µg/l | Klo- rid mg/l | Nat- rium mg/l | Kal- ium mg/l |
|----------|-------------------------|--------------|------------------------------|-------------|---------------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 24.03.77 | | | | 2.0 | 330 | | 5 | | | | |
| 28.03.77 | | | | 1.0 | 190 | | 3 | | | | |
| 31.03.77 | | | | 1.7 | 250 | | 3 | | | | |
| 04.04.77 | | | | 3.9 | 400 | | 8 | | | | |
| 12.04.77 | | | | 1.3 | 310 | | 4 | | | | |
| 19.04.77 | | | | 2.4 | 210 | | 10 | | | | |
| 01.05.77 | | | | 2.0 | 320 | | 3 | | | | |
| 12.05.77 | | | | 11.6 | 730 | | 48 | | | | |
| 13.06.77 | | | | 1.8 | 300 | | 4 | | | | |
| 22.06.77 | | | | | 240 | | 5 | | | | |
| 21.11.79 | 31 | 0.84 | 1.6 | | 140 | 20 | 3 | 2.0 | | | |
| 12.12.79 | 24 | 1.01 | 1.25 | | 180 | 20 | 2.5 | 0.25 | | | |
| 09.01.80 | 23 | 0.97 | 1.1 | | 120 | 20 | 1.5 | 0.25 | | | |
| 13.02.80 | 20.5 | 1.05 | 1.29 | | 140 | 20 | 2 | 0.5 | | | |
| 29.03.80 | 29 | 0.88 | 1.30 | | 130 | 20 | 2 | 0.25 | 1.3 | 1.21 | 0.9 |
| 27.05.80 | 65.5 | | 3.35 | | 200 | 45 | 3.5 | 1.0 | | | |
| 24.06.80 | 115 | | 4.14 | | 190 | 35 | 7 | 1.5 | | | |
| 19.08.80 | 20 | | 0.55 | | 130 | 20 | 1 | 0.5 | | | |
| 25.11.80 | 106 | | 1.33 | | 150 | 20 | 2 | 2.0 | 1.5 | | |
| 16.12.80 | 132 | | 1.09 | | 170 | 10 | 2.5 | 0.25 | 1.3 | 1.03 | 0.77 |

Tabell 11B

Analyseresultater fra Orva ved uløp i Glomma
(Del 2)

| Dato | Dyp | pH | Konduktivitet | Turb. | Sulfat | Kalsium | Magnesium | Jern | Kopper | Sink | Kadmium | |
|----------|----------|------|---------------|-------|--------|---------|-----------|------|--------|------|------------|------|
| | m | | mS/m | FTU | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | |
| 05.02.67 | 1 | 6.70 | 3.53 | 0.9 | 8.70 | | | | 85 | 349 | | |
| | 2 | 6.70 | 3.47 | 0.7 | | | | | | | | |
| | 6 | 6.60 | 3.62 | 0.8 | 9.10 | 3.07 | 0.94 | | 108 | 435 | | |
| | 8 | 6.60 | 3.62 | 0.7 | 9.0 | | | | 118 | 474 | | |
| | 10 | 6.60 | 3.71 | 0.8 | | | | | | | | |
| 23.08.73 | 0 | 6.80 | 3.40 | 1.2 | 9.80 | 3.1 | 0.78 | | 135 | 400 | | |
| | 2 | 6.90 | 3.40 | 1.2 | 9.80 | 3.1 | 0.72 | | 135 | 400 | | |
| | 5 | 6.90 | 3.40 | 1.2 | 9.90 | 3.1 | 0.77 | | 135 | 415 | | |
| | 10 | 6.90 | 3.40 | 1.4 | 9.90 | 3.0 | 0.76 | | 135 | 400 | | |
| | 15 | 6.90 | 3.40 | 1.4 | 10.0 | 3.1 | 0.77 | | 150 | 415 | | |
| 29.06.76 | 2 | 6.65 | 4.31 | 6.3 | 9.0 | 5.5 | 0.82 | 165 | 65 | 270 | | |
| | 4 | 6.85 | 4.49 | 6.2 | 9.0 | 5.2 | 0.75 | 150 | 85 | 275 | | |
| | 6 | 6.88 | 4.43 | 7.4 | 9.0 | 5.01 | 0.73 | 145 | 65 | 270 | | |
| | 8 | 6.95 | 4.50 | 6.9 | 9.0 | 5.0 | 0.71 | 150 | 75 | 275 | | |
| | 10 | 6.96 | 4.28 | 7.8 | 9.1 | 5.1 | 0.71 | 135 | 75 | 320 | | |
| | 13 | 6.97 | 4.15 | 7.0 | 9.1 | 5.5 | 0.73 | 170 | 85 | 320 | | |
| 29.08.76 | 15 | 7.00 | 4.26 | | 9.4 | 5.9 | 0.87 | 680 | 110 | 390 | | |
| | 2 | 7.63 | 5.51 | 4.8 | 10 | 6.0 | 0.72 | 140 | 180 | 400 | | |
| | 12 | 7.69 | 6.62 | 8.4 | 12 | 7.9 | 0.69 | 320 | 55 | 170 | | |
| 03.04.79 | 18 | 7.61 | 6.38 | 8.0 | 13 | 7.5 | 0.77 | 360 | 55 | 230 | | |
| | 2 | 6.48 | 5.35 | 1.3 | 12 | 4.8 | 0.88 | 40 | 130 | 750 | | |
| 03.04.79 | 4 | 6.32 | 5.29 | 1.4 | 13 | | | 40 | 125 | 800 | | |
| | 6 | 6.37 | 5.36 | 1.1 | 14 | | | 50 | 140 | 800 | | |
| | 8 | 6.40 | 5.50 | 1.5 | 14 | | | 50 | 150 | 800 | | |
| | 10 | 6.33 | 5.41 | 1.2 | 14 | 5.1 | 0.93 | 40 | 140 | 800 | | |
| | 12 | 6.02 | 8.72 | 1.2 | 16 | | | 50 | 180 | 850 | | |
| | 14 | 5.83 | 6.14 | 1.6 | 18 | | | 60 | 200 | 900 | | |
| | 16 | 5.69 | 6.77 | 1.3 | 21 | 5.8 | 1.15 | 60 | 215 | 1000 | | |
| | 18 | 6.05 | 7.02 | | 21 | | | 420 | 18 | 900 | (filtrert) | |
| | 25.06.84 | 1 | 6.51 | 3.33 | 1.6 | 9 | 2.93 | 0.67 | 76 | 160 | 400 | 0.81 |
| | | 5 | 6.60 | 3.33 | 1.6 | 9 | | | 82 | 160 | 390 | 0.79 |
| 10 | | 6.59 | 3.34 | 1.6 | 9 | 2.94 | 0.67 | 80 | 160 | 390 | 0.76 | |
| 15 | | 6.65 | 3.32 | 1.4 | 8.9 | | | 81 | 160 | 390 | 0.77 | |
| 19 | | 6.61 | 3.35 | 1.5 | 8.8 | 2.97 | 0.67 | 89 | 170 | 400 | 0.78 | |

Tabell 12A

Analyseresultater fra Orvsjøen - største dyp.
(Del 1)

| Dato | Dyp m | KOF- Permang. mg/l | Susp. tørrst. mg/l | Susp. gløder. mg/l | Klorid mg/l | Nat- rium mg/l | Oksygen metning % | Temp 0C |
|----------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|------------|
| 05.02.67 | 1 | | | | | | | 1.55 |
| | 2 | | | | | | | 2.05 |
| | 6 | | | | | | | 2.3 |
| | 8 | | | | | | | 2.42 |
| | 10 | | | | | | | 2.65 |
| 23.08.73 | 0 | | | | | | | 10.4 |
| | 2 | | | | | | | 10.4 |
| | 5 | | | | | | | 10.3 |
| | 10 | | | | | | | 10.3 |
| | 15 | | | | | | | 10.3 |
| 29.06.76 | 2 | | 10.1 | 8.9 | | | | 10.1 |
| | 4 | | 8.7 | 7.6 | | | | 10.1 |
| | 6 | | 9.6 | 8.4 | | | | 10.1 |
| | 8 | | 10.5 | 9.3 | | | | 9.9 |
| | 10 | | 9.0 | 7.7 | | | | 9.9 |
| | 13 | | 10.3 | 8.8 | | | | 9.9 |
| 29.08.76 | 2 | | | | | | | |
| | 12 | | | | | | | |
| | 18 | | | | | | | |
| 03.04.79 | 2 | | | | | | 82.6 | 1.0 |
| | 4 | | | | | | 80.8 | 1.2 |
| | 6 | | | | | | 78.7 | 1.4 |
| | 8 | | | | | | 78.6 | 1.5 |
| | 10 | | | | | | 77.1 | 1.6 |
| | 12 | | | | | | 66.9 | 1.7 |
| | 14 | | | | | | 54.9 | 1.8 |
| | 16 | | | | | | 40.9 | 2.3 |
| 25.06.84 | 1 | 1.8 | 2.7 | 1.0 | 0.9 | 0.88 | | 9.5 |
| | 5 | | | | | | | 9.5 |
| | 10 | 1.7 | | | 0.9 | 0.88 | | 9.5 |
| | 15 | | | | | | | 9.5 |
| | 19 | 1.8 | | | 0.9 | 0.88 | | 9.5 |

Tabell 12B

Analyseresultater fra Orvsjøen - største dyp
(Del 2)